



火箭和人造卫星

史超礼



科学普及出版社

火箭和人造衛星

(增訂本)

史超礼

科学普及出版社

1958年•北京

本書提要

本書通俗易懂地介紹了火箭的發展、構造和工作原理。並且以蘇聯發射的兩個人造地球衛星為例，介紹了衛星的情況，和它在科學研究上的作用等。具有初中文化水平的讀者都容易看懂。

總號：521

火箭和人造衛星（增訂本）

著者：史 超 亂

出版者：科 學 普 及 出 版 社

（北京市西直門外柳條溝）

北京市新刊出版登記證出字第091號

發行者：新 華 書 店

印刷者：北 京 市 印 刷 廠

（北京市西便門大街乙1號）

開本：787 × 1092 $\frac{1}{2}$

印張：

1958年4月第2版

字數：

1958年4月第1次印刷

印數：

統一書號：15051·59

定 價：（9）1角3分

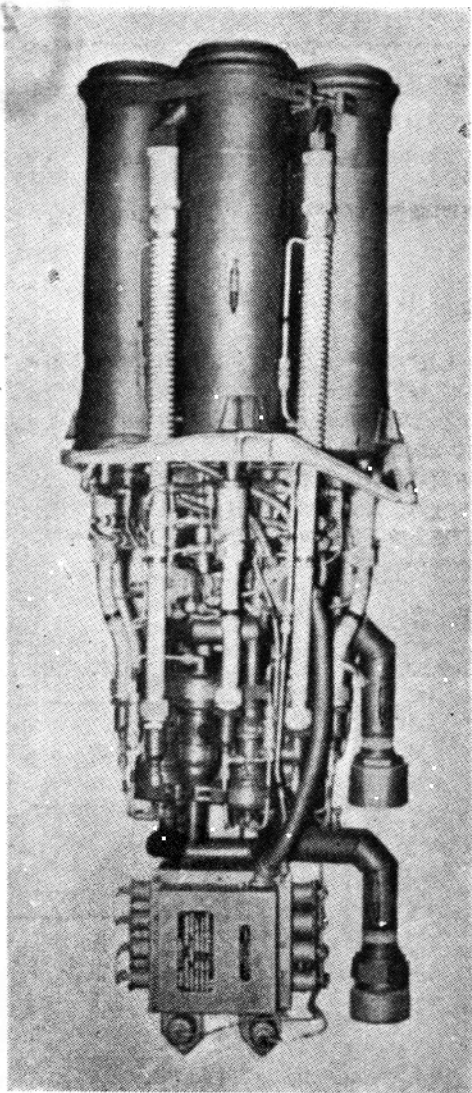


圖 9 帶有四只燃燒室的液體推進劑火箭發動機的外形。

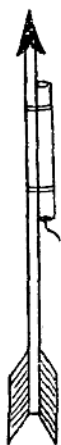
目 次

火箭是怎样發展的	1
火箭是怎样工作和構造的	4
高空探測火箭和人造衛星有什么用	9
什么是人造衛星	12
怎样才能建立人造衛星	15
苏联的第一个和第二个人造地球衛星	17
美国在火箭竞赛中失败了	21

第三屆國際地球物理年，於1957年7月1日開始，一直延到1958年底。在這一年半的時間里，將廣泛展開各項科學研究活動。其中很重要的兩個科學研究工具，就是火箭和人造衛星。火箭，早已在我們人類活動中出現了，但人造衛星的出現，却是最近的事情。火箭和人造衛星是什麼呢？它們的工作情況怎樣？對於科學研究工作有什麼作用呢？我們準備把這一連串問題在這裡談一談。

火箭是怎樣發展的

發明火箭的光榮應該屬於我們中國古代智慧勤勞的人民，



這是世界公認的歷史事實。早期的火箭用的是固體推進劑（推進劑包括燃料和幫助燃燒的氧化劑），實際上就是火藥。而大家都知道，早在我國唐朝（公元682年左右）初年，煉丹家就發明了火藥。根據宋史的記載，在公元11世紀初，就有人向朝廷獻制火箭。圖1畫的就是這種古代火藥式火箭。這種火箭在宋軍抗击金兵和元兵的時候，曾得到廣泛的應用。

宋朝人發明的火箭，大概在13世紀傳到阿拉伯人的手裡。直到現在我們還可在阿拉伯人的古書中，看到這一類用火箭推進的火器圖形（圖2）。後來火箭又通過阿拉伯人傳到歐洲。

19世紀火箭在俄國得到發展，變成俄軍的常備武器了。這是由於俄國杰出的軍事科學家康士坦丁諾夫研究改進的結果。1881年俄羅斯民粹黨革命

家克巴尔契奇，曾經做出了用火箭推进的航空器的設計。到20世紀初年，苏联偉大的科学家乔尔可夫斯基（1857—1935），更对火箭和宇宙航行作了杰出的貢獻。他提出用液体燃料如酒

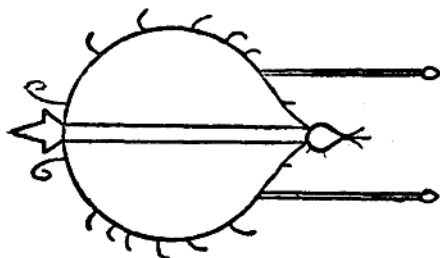


圖 2 阿拉伯人用火箭推进的火器（原名叫“自动推进的火蛋”）

精、汽油、煤油等来代替含热量低的火药，这就开始了液体推进剂火箭的新紀元。他还作出了液体推进剂火箭的詳細的計算和設計。1903年

他發表了著名的論文——“用火箭探測宇

宙”，并且提出了多級火箭的方案，奠定了人造衛星和宇宙航行的理論基础。

在欧洲和美国也有很多人研究火箭。其中貢獻較大的，在美国有高达德。他从1920年起，就开始研究液体推进剂的火箭，1923年进行了火箭的設計工作。1926年他的第一只液体火箭試飞成功了。在欧洲，德国科学家奥波特，于1923年以德文出版了一本有关火箭和宇宙航行的小册子——“用火箭飞往宇宙空間”，提出了关于宇宙航行的数学理論。法国的科学家艾斯劳特·貝尔德利也曾作过火箭和宇宙航行方面的理論和实际的研究。

在第二次世界大战前，資本主义国家中，关心火箭的研究工作的，主要是学术界和私人团体。我国的著名学者錢学森，当时在美国曾参加此項工作，对火箭的發展有不少貢獻。在第二次世界大战期間，德国的法西斯，为了要挽救垂敗的战局，拼命致力于新式武器的研究，其中之一就是V-2火箭（圖3）。

V-2是由德国的科学家布朗恩主持设计的。它的长度达14.07公尺，飞行时的总重量有12,720公斤（近13吨重），它的火箭发动机能产生25,500公斤（25.5吨重）的推力，最大飞行速度可达到每小时5,720公里（超过音速4倍多）。V-2是于1942年10月3日第一次试飞成功的。以后，在1949年的2月，V-2还带着另外一只小火箭，组成二级火箭，曾飞到400公里的高空，创造当时的高度最高记录（图4）。这种二级火箭，正是未来的人造卫星和宇宙航行的先声。

在第二次世界大战以后，火箭沿着和平和战争两个方向发展。在和平建设事业方面，用它

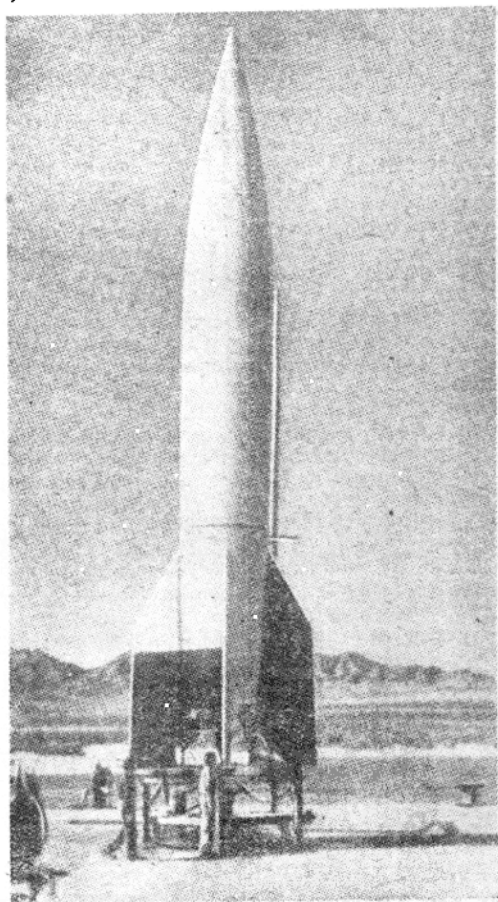


图3 德国的V-2火箭

来作高空科学研究的工具，为此曾經發射出数以百計的高空火箭。近年来苏联和美国都在努力进行人造衛星的研究和制造，人造衛星的發射是离不了火箭的。在战争方面的發展，就是各式各样的導彈和火箭武器。关于火箭的和平利用，后面还有比較詳細的介紹；至于在战争方面的应用，因为不在本文範圍之內，就不多談了。

火箭是怎样工作和構造的

火箭这个名詞，可能有兩種意义。它可能指产生推力的火箭發动机，这实际上是噴气發动机中的一种。但有时它也可能指依靠火箭發动机推进的火箭航行器，像火箭武器。

火箭既然是一种噴气發动机，当然会产生推力。那么它的推力是怎样产生的呢？要說明这个問題，不妨先看一下圖 5 中的青蛙。当青蛙平靜地蹲在木板上时，它和木板之間沒有运动，当它看見小虫时，一使劲蹬板子，板子就給它一个力使它向前扑去；而同时，它离开板子时也給板子一个反作用推力，使板子向后沿水面漂开去，这是作用力和反作用力之間的关系。这两个力是相等的，它們的方向——也就是木板和青蛙的运动方向是相反的。这是力学里面的第三定律——作用力和反作用力定律的簡單說明。由圖可以看出，青蛙推板，板子也反推青蛙，在这兩者之間就产生了作用力和反作用推力。

火箭产生推力的情况和这相似。在圖 6 中假設一个容器盛满了可以燃燒的气体，并把尾部的盖子盖好，如果把气体点燃，燃燒着的气体的体积就膨胀，这时把盖子拿开，它就从后面的孔向外噴出，而产生反作用推力，推着容器前进。燃气膨胀向外跑时，由于动量（动量等于燃气質量和它的速度的乘积）的变化，产生作用力。根据运动第三定律，有作用力就有

反作用力，所以就有了与它大小相等、方向相反的反作用推力。換句話說，当容器把燃气向外“排开”时，气体也反推容器一把，而使容器前进。这正和青蛙蹬板，板推青蛙之間的关系相似。怎样才能使反作用推力大呢？只有使作用力大才行。因为二者大小相等，只不过方向相反。怎样才能使作用力大呢？不外乎两种方法：一种是尽量使在一定的时间里喷出气体的質量多，愈多力量就愈大；另一种是尽量使燃气向外面跑得快，愈快力量也愈大。

既然火箭中燃气的質量愈多，向外喷出的速度愈快，产生的反作用推力就愈大，显而易见，产生燃气的物質就非常重要了。在火箭中这种物質叫做推进剂。它包含本身可以燃燒的燃

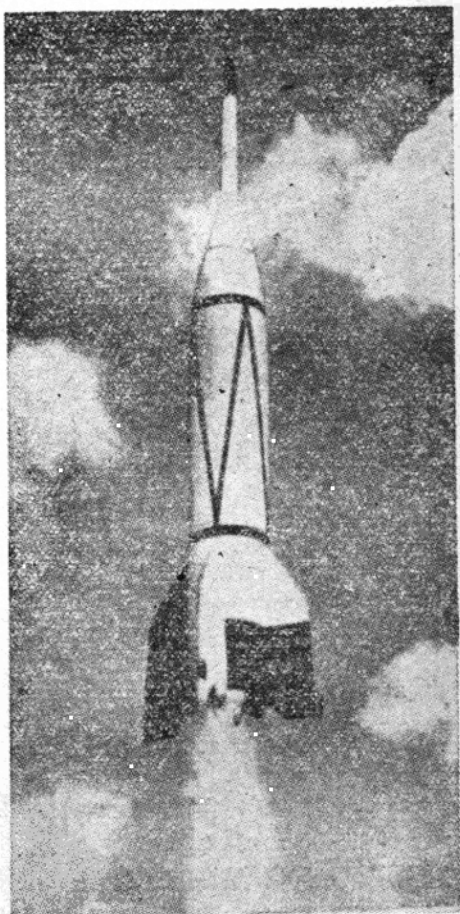


圖 4 帶着一只小火箭的 V-2 ——二級火箭

料和幫助燃燒的氧化劑。根據推進劑的不同，火箭可以分成兩



圖 5 青蛙跳水——作用力和反作用力定律的示意

大類，那就是：固體推進劑（或稱固體燃料）的火箭（簡稱固體火箭），液體推進劑（或稱液體燃料）的火箭（簡稱液體火箭）。

固體推進劑火箭中最簡單、最古老的是起花式的火箭（圖 7）。由圖可以看出，用厚紙板製成的圓筒

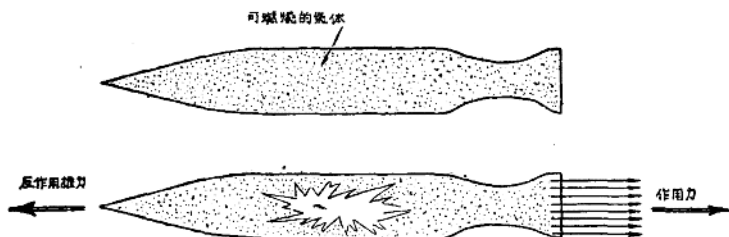


圖 6 火箭發動機產生反作用推力的情況

內裝滿黑色火藥，前面裝有烟火藥料，尾部有一個粘土作的噴管。當黑色火藥被點燃後，發出大量的燃氣，燃氣由噴管向外迅速噴出，于是就產生了反作用推力，推動火箭飛入空中，然後前面的烟火藥料給火藥點着，就發出美麗的火花。

現代常用的固體火箭所採用的推進劑已經不是黑色火藥，

而是一些發热量更高的化学葯料。葯料可以做成不同的形狀,以适应不同的用途。固体火箭的特点是燃燒的时间非常短,有的只有几十分之一秒,長的也不过几十秒。时间虽短,产生的推力却很大,甚至可产生几万公斤的推力。固体火箭目前有好几种用途。有的用来作为飞机和導彈的加速器,帮助它們起飞;有的用作火箭炮,像苏联著名的喀秋莎,美国的巴魯卡(Balooka)等;有的用作導彈和飞机的主要推进动力。当然也可用在人造衛星上。除了这些用途以外,它还可以用来施放信号、救生,以及做一些其他的工作。

液体火箭顧名思义,显然它的推进剂是液体。其中常用的燃料有酒精、汽油、煤油等;常用的氧化剂則有液体氧、硝酸、过氧化氢等。把这些推进剂裝盛在火箭的容器中,采取适当的方法供应到燃燒室中点火后就可工作。如图8所示,燃料(例如酒精)和氧化剂(例如液体氧),

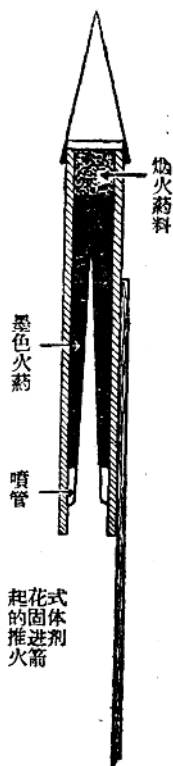


圖 7 起花式的固体推进剂火箭

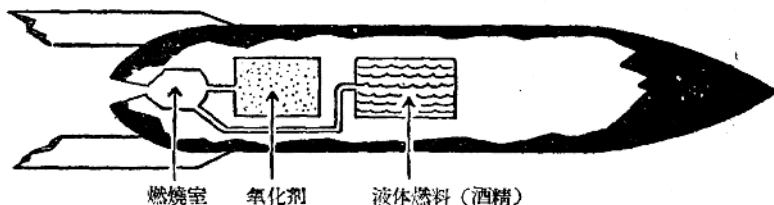


圖 8 液体火箭構造示意图

通过管道用液泵打入或用其他气体的压力压入燃烧室，在这兒点着以后就燃烧膨胀，压力增大，向后沿噴管以高速噴出，由于动量的变化，因此就产生了推力。圖 9（封三）是这种液体火箭发动机的外形。目前这种发动机的应用愈来愈广。它主要有

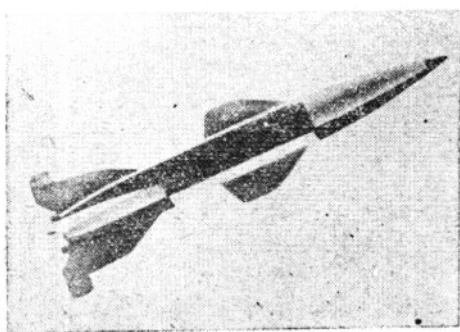


圖 10 裝有液体火箭发动机的地对空反飞机导弹

这样几个用途：首先它可以应用在各式导弹上，作为推进导弹的动力源。如圖10就是一种裝有液体火箭发动机的地对空反飞机导弹。在科学研究上也可用液体火箭来作高空探测（圖 11），这种火箭携带着仪器，射到高空后可以把温度、压力等各项有用的科学数据记录下来。在飞机上也可裝用这种液体火箭发动机，这就变成了火箭飞机。它还可用来作为帮助飞机和导弹起飞的加速器。最突出的是目前在人造卫星上一定非用它不可。此外当然还有一些其他零星的用途。

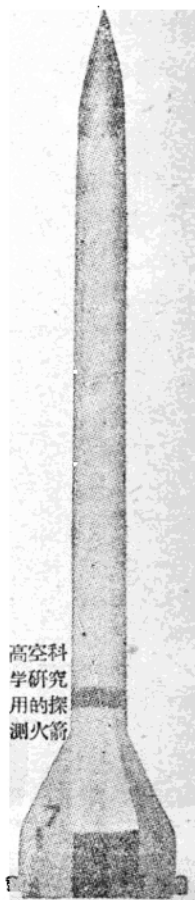


圖 11 高空科学研究用的探测火箭

液体火箭發动机在十几年前推力就达到相当大的数值，像 V-2 火箭的推力就有 25.5 吨（作为比較，像美国 F-86 佩刀式噴气战斗机上的噴气發动机，其推力只有 2 吨多）。目前的液体火箭的推力当然更要大，有的已达 200 吨。这种火箭發动机的推力虽然这样大，可是它的重量，相对地說来却非常輕，这是它的一个大优点。此外，由于它本身不但携帶了燃料，而且还有助燃的氧化剂，不需要从外界大气汲取氧气来帮助燃燒，因此哪怕高度再高，氧气再稀薄，甚至在真空中，它也仍然能够照常工作（在这一点上，固体火箭当然一样）。它的这种特点使它成为極重要的制作人造衛星和宇宙飞船的工具。

高空探測火箭和人造衛星有什么用

在本屆国际地球物理年的科学活动中，高空大气、电离層以及各种輻射綫的研究是很重要的活动項目。目前进行高空科学研究的工具有四样——飞机、气球、火箭和人造衛星。飞机由于受到很大的限制，不能飞到很高（目前噴气飞机一般不过飞 15—20 公里高）。在这方面气球要好些，它可升到約 40 公里的高空，并且能在这个高度上停留相当久；因为它的構造簡單，所以价錢便宜，上升也很容易，可惜它不能飞得更高些。因此要在更高的高空中作科学研究，只有依靠高空探測火箭。但火箭并不是沒有缺点的，最大的缺点是它停留在高空的时间極短。例如垂直向上發射的 V-2，飞行时间总共才 8 分鐘，在高空的时间当然就更短了。此外火箭的价格貴得多，以作高空探測的 V-2 为例，每發射一次，要花費約 40 万美元。总的看来，作高空科学研究最好的工具是人造地球衛星。

在有关地球物理年的科学研究工作中，高空探測火箭到底能做些什么呢？它至少可以做这样几种工作：首先可以用来研

究天文物理現象，譬如說研究受到大气層影响之前的各种辐射，像宇宙綫、紫外綫和 X 光綫等。宇宙綫的研究工作最重要，在目前也最活躍。宇宙綫是一种含能量非常高的粒子，只出現在比較厚密的大气層之外，只有用飞得很高的高空火箭才能对它进行研究。第二，利用火箭可以研究大气的地球物理現象，比如用仪器測定高空大气的压力、温度、密度、成分、离子化和运动的情况。在这方面最困难的問題是設計和創制各种适当的仪表。使人發生很大兴趣的一項工作是从飞得很高的火箭上对地球照相。我們虽然終生住在地球上，但从远处看地球到底是个什么样，从前是絲毫不知的，但現在却多少可以看到一些了。圖12就是从离地面91公里的高空火箭上，向地球拍攝的一張照片。照片虽然只照出地球的一角，却不难看出它的確

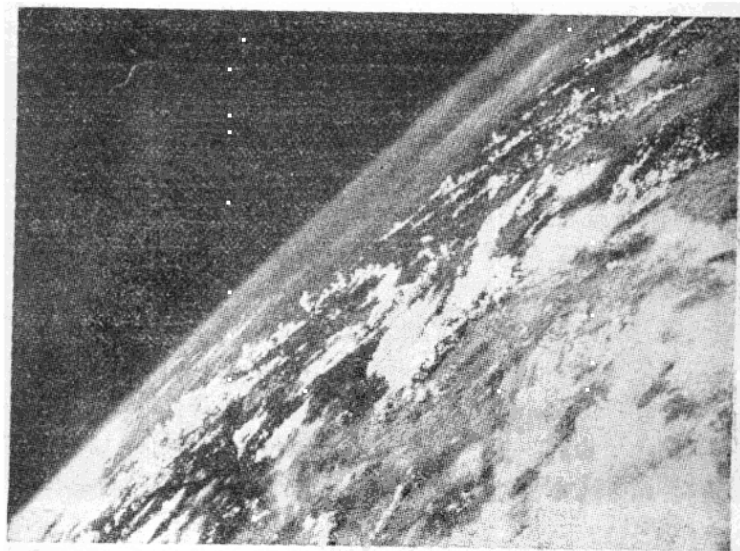


圖 12 从离地面91公里高空的火箭上拍攝下来的地球照片

是个圓球，而不是一塊很大的平板。

第三項火箭可以做的科學研究工作是屬於生物學方面的，這對未來的宇宙航行非常有用，同時它本身也很有趣。這種研究工作是把生物例如狗、猴、鼠、果蠅和植物種子等用火箭射到高空，來看宇宙綫和失去重量現象對它們所起的作用。早在1951年蘇聯就開始了這項研究工作。

高空探測火箭在科學研究上當然還有其他用途，這兒就不再一一列舉了。它的用途雖然相當廣泛，卻也有兩個缺點：一個是在空中停留的時間極短，一般只有幾分鐘；另一個缺點是高度還不太高，一般單級火箭只能發射幾十公里到百餘公里的高度。因此它的应用不能不受到一些限制。怎樣才能克服這些缺點呢？最好的辦法是采用人造衛星。因為人造衛星在空中停留得久，飛得也高，同時它不但能做上面所說的那些工作，還能擔負其他一些重要的任務。

首先，能用人造衛星觀測太陽的紫外輻射，利用自動記錄的光譜儀，測定太陽光譜，過去已經得到的太陽光譜，其波長極短，僅1,000埃左右；第二，人造衛星可用來觀測地面雲層的變化，幫助氣象合作比較長期的天氣預報，同時還可以觀測兩極地帶冰塊的運行和變化；第三，人造衛星可幫助大地測量工作，還可觀測流星和隕石，研究高空大氣的輝光現象（輝光，是地球大氣層本身所發出的光）；第四，人造衛星還有一個有趣的用途就是作為無線電通訊、無線電廣播和電視的轉播站，把各種情報播送到全世界。

由上面所說的情況看來，作為一個科學研究工具，人造衛星是遠勝過高空探測火箭的。那麼到底什麼是人造衛星呢？

什么是人造衛星

要想說明這個問題，我們不妨從地球原有的、真正自然界的衛星——月球談起。小孩的時候看到當空的皓月，母親會告訴你它上面有廣寒宮，寂寞的宮里住着美麗的嫦娥仙子。長大了進中學，物理老師告訴你，月球是地球的衛星，老是圍繞着地球旋轉，每轉一圈，需要二十多天。你若問地球既吸引月球，月球為什麼不落到地球表面上來呢？老師會說，假若月球是靜止的，一定要被地球吸落到地球表面上來，但是因為月球動得很快，所以地球不能把它吸引到地球上來。你若問地球為什麼不能飛開呢？老師會告訴你，因為有地球在吸引着它。結果既不落向地面也不能飛開，正和你用手旋轉一個系在繩子頭上的石子，當石子轉得很快時，既不會落下、也不會飛開的情況相似。

我們還可舉另一個大家都知道的例子。比如你爬到一座山上，從山頂用勁向前或向上拋一塊石子，無論你用多大勁，石子出手的速度多快，它最後終將下落到深谷里去。因為地球的吸引力把它吸下去了。現在我們假想地球上有一座非常高的山，峰頂突出於厚密的大氣層之外（圖 13），因此沒有空氣阻力。假想你站在峰頂上，把一支槍水平地向前瞄準，一扣扳機，子彈以每秒半公里的速度打出去，在空中描一段弧綫落於一定的距離之外。如果換一支槍，其他的情況相同，只是子彈的出口速度增大到每秒 1 公里，那麼將會發生同樣的結果，只不過這次落的更遠一些罷了。

子彈的出口速度愈大飛的愈遠這種事實，我們每個人都知道，但為什麼會如此呢？原來子彈水平發射時受兩個力作用，一個力是彈藥爆發的力量推着它向前，另一個力是地球吸力